

## PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE

Patent Number: JP11004555

Publication date: 1999-01-06

Inventor(s): KAWAMATA SHOICHI; TAJIMA FUMIO; MATSUNOBU YUTAKA; SHIBUKAWA SUETARO; KOIZUMI OSAMU

Applicant(s):: HITACHI LTD

Requested Patent:  JP11004555

Application Number: JP19970153276 19970611

Priority Number (s):

IPC Classification: H02K1/27

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a highly efficient permanent magnet rotating machine while reducing an eddy current on the surface of a magnet, by constituting a conductive permanent magnet with a plurality of groups of conductive unit magnet being provided side by side in the peripheral of a rotor.

**SOLUTION:** A permanent magnet rotating machine consists of a stator and a rotor, the stator consists of a stator core 4 and a stator coil winding 5, the rotor is divided into the rotary direction of the rotor, and a conductive permanent magnet 6 being constituted in a group of unit magnets with a magnet width of  $\tau m_1$  is arranged to have each different polarity in a circumferential direction. As a result, the conductive permanent magnet 6 for stator coil winding salient poles 41 and 42 is formed by a plurality of unit magnets, thus reducing the surface area of each unit magnet and increasing electrical resistance. Therefore, an eddy current caused by harmonics magnetic flux cannot flow smoothly and the eddy current loss can also be reduced. Therefore, even if a conductive permanent magnet with a high magnetic flux density is used, a compact, light, and efficient permanent magnet rotating machine can also be obtained.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-4555

(43)公開日 平成11年(1999)1月6日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 02 K 1/27

識別記号

501

F I

H 02 K 1/27

501 A

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平9-153276

(22)出願日

平成9年(1997)6月11日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 川又 昭一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 田島 文男

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 松延 豊

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

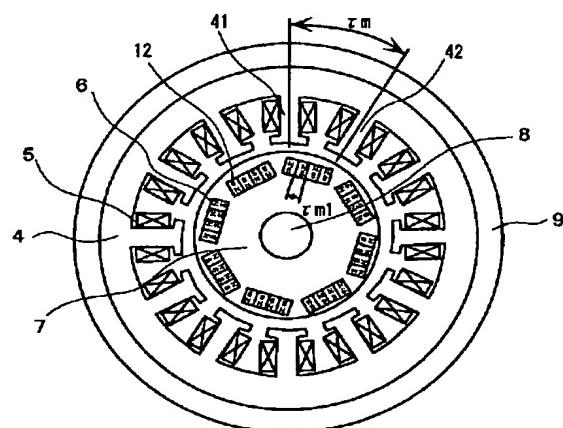
(54)【発明の名称】 永久磁石回転電機

(57)【要約】

【課題】回転子表面の渦電流を減少させ、高効率の永久磁石回転電機を提供する。

【解決手段】導電性永久磁石6の一の磁極を、回転方向に並べた複数個の単位磁石で構成する。

図 2



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】巻線が巻回された固定子突極を有する固定子と、該固定子に回転空隙をもって回転可能に保持され、永久磁石を周囲または内部に設けた回転子とを備えた永久磁石回転電機において、前記永久磁石の各磁極は、導電性の単位磁石が回転子周方向に複数個並設されたものであることを特徴とする永久磁石回転電機。

## 【請求項2】請求項1記載において、

前記永久磁石の各磁極は、互いに間隔をもって回転子周方向に環状に並設されたものであることを特徴とする永久磁石回転電機。

## 【請求項3】請求項2記載において、

前記永久磁石の各磁極は、同じ磁極に含まれる他の前記単位磁石とは異なった大きさの単位磁石を少なくとも一つ含むことを特徴とする永久磁石回転電機。

## 【請求項4】請求項3記載において、

周方向中央部にある前記単位磁石の径方向高さは、同じ単位磁石群に含まれる他の前記単位磁石の径方向高さよりも大きいことを特徴とする永久磁石回転電機。

## 【請求項5】請求項2記載において、

前記回転子は、前記単位磁石群の回転子周方向断面の大きさよりも大きい永久磁石挿入孔と、前記永久磁石と前記永久磁石挿入孔の空隙を充填する絶縁材とを有することを特徴とする永久磁石回転電機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は永久磁石回転電機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】回転電機は従来より小型軽量かつ高効率であることが望まれている。例えば電気自動車等の電動車両用に用いる場合、経済走行の要請や、バッテリの単位当たりの走行距離の向上が望まれ、そのためには小型軽量で高効率であることが必要である。

【0003】小型軽量で高効率の回転電機としては、磁束発生手段に永久磁石を用いた永久磁石回転電機が最適であることが知られている。

【0004】最近では、永久磁石として希土類磁石を用いることにより、高い磁束密度を確保し、効率を向上することが図られている。

【0005】しかしながら希土類磁石は導電性が高く、抵抗が小さいために、渦電流が発生し易く、逆に効率を下げる原因となってしまう。

【0006】その問題を解決するため、希土類磁石に代表される磁束密度の高い導電性永久磁石と非導電性永久磁石を回転子軸方向に交互に配置することによって、永久磁石内部の渦電流を減少させるものが特開平5-227686号公報に記載されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記公報

に記載の技術は、非導電性永久磁石を一部に用いるため、導電性永久磁石のみを使用する場合に比して、磁石の利用率が悪くなり、効率を上げることができない。

【0008】また、上記技術は永久磁石を異種材料で構成するため、2種の材料のうち機械強度の弱い材料を基準に回転電機を構成しなければならず、信頼性が低下するという問題がある。

【0009】上記に鑑み本発明は、磁石表面の渦電流を低減しながら、高効率を達成できる永久磁石回転電機を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、巻線が巻回された固定子突極を有する固定子と、該固定子に回転空隙をもって回転可能に保持され、永久磁石を周囲または内部に設けた永久磁石回転電機において、前記永久磁石の各磁極は、導電性の単位磁石が回転子周方向に複数個並設されたものであることを特徴とする永久磁石回転電機によって達成される。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図を用いて説明する。

【0012】図1は永久磁石回転電機の断面図、図2は図1の永久磁石回転電機の平面図、図3は回転子の斜視図を示す。

【0013】なお本実施形態は固定子巻線突極数が12極、回転子の永久磁石極数が8極のものであるが、他の突極数、極数のものに対しても本発明を適用可能である。

【0014】図において、永久磁石回転電機1は固定子2と回転子3からなり、固定子2は固定子鉄心4と固定子巻線5とで構成される。

【0015】回転子3は、回転子3の回転方向に分割され、かつ磁石幅 $\tau_{a1}$ の単位磁石群で構成された導電性永久磁石6が円周方向に互いに異なる極性となるように配置した構成としている。

【0016】すなわち、図3のように、N・Sの極性を持った単位磁石群で構成された永久磁石とS・Nの極性を持った単位磁石群で構成された導電性永久磁石が回転子鉄心7に形成された永久磁石挿入孔12に挿入されて構成され、シャフト8、ベアリング10、101を介してエンドブラケット11、111に回転自在に保持されている。

【0017】なお、ここでは固定子鉄心4の外周にフレーム9がある構成で示したが、必要によってはフレームを省いても良い。

【0018】ここで、単位磁石の磁石幅を $\tau_{a1}$ 、固定子巻線突極41、42の間隔を $\tau_a$ とした場合、 $\tau_{a1} < \tau_a$ としている。

【0019】このような構成とすることにより、例えば、固定子巻線突極41、42に対向する導電性永久磁

石6は、複数個の単位磁石で形成されているため、各単位磁石の表面積が小さくなり、電気抵抗を大きくできる。このため、高調波磁束による渦電流が流れにくくなり、渦電流による損失も低減できる。

【0020】従って、希土類磁石に代表される磁束密度の高い導電性永久磁石を用いても、高効率の回転電機を実現でき、小型軽量、高効率の永久磁石回転電機を提供することができる。

【0021】なお、この例ではN・SあるいはS・Nの単位磁石が極性を持った後(着磁後)に、永久磁石挿入孔12に挿入する構成としたが、単位磁石材を挿入後に着磁しても良い。この場合、単位磁石材の挿入作業が向上する効果が得られる。

【0022】図4は、本発明の他の実施形態を示す。

【0023】図2の実施形態との違いは、単位磁石が絶縁物13を介して形成されている点にある。

【0024】前記絶縁物13は、単位磁石間に挿入する構成としても良いが、接着剤や樹脂などで単位磁石と共に一体に充填、接着する構成とすると、単位磁石の固着と絶縁物13の構成が同時にできる効果が得られる。

【0025】上記構成によれば、単位磁石が絶縁物13で絶縁されるため、渦電流が単位磁石間で流れなくなり、さらなる渦電流損失の低減が図れる。

【0026】なお、以上の説明では、絶縁物13を挿入あるいは、接着剤などによる充填での構成で示したが、単位磁石に予め、コーティングなどで必要箇所に絶縁物13を形成しておいても良い。この場合、絶縁物13の挿入あるいは、接着剤などによる充填等の作業工程を省くことができるので、作業性が向上する効果が得られる。

【0027】図5及び図6は、本発明の他の実施形態を示す。

【0028】図2の実施形態との違いは、単位磁石群の中央に位置する単位磁石の高さhを、その両側にある単位磁石の高さh<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>と異ならしめた点にある。

【0029】すなわち図5は、中央部の単位磁石2個の高さhに対して、両端部の単位磁石の高さh<sub>1</sub>を小さくしたものであり、図6は、中央部の単位磁石の高さhに対して、端部へ行くに従って高さh<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>を小さくしたものである。

【0030】上記構成によれば、導電性永久磁石6の形状を、単位磁石の高さhの選択によって略台形、略半円形など容易に形成することができる効果が得られる。

【0031】なお、希土類などの導電性の高い永久磁石を用いない場合も同様に、単位磁石の高さhの選択によって略台形、略半円形など容易に形成することができるものである。

【0032】なお、上記実施形態では、回転子鉄心7の磁石挿入口13の形状と各単位磁石の形状をほぼ同形状としているが、図7及び図8の様に、図3に示した永久

磁石挿入孔12と同じ形状（この例では、長方形）として、永久磁石挿入孔12と単位磁石の間に絶縁物13あるいは空気層等の絶縁空間を設けても良い。

【0033】以上の構成によれば、導電性永久磁石両端部の磁束量を抑制できるので、固定子巻線突極と磁石間に生ずるコギングトルクを低減できる効果が得られる。

【0034】図9は、本発明の永久磁石回転電機の他の実施形態を示す。

【0035】図2との違いは、中央部にある単位磁石の幅 $\tau_{a1}$ と両端部にある単位磁石の幅 $\tau_{a2}$ を異ならしめた点にある。

【0036】すなわち、図9は、中央部の単位磁石4個の幅 $\tau_{a1}$ に対して、両端部の単位磁石の $\tau_{a2}$ を小さくしたものである。

【0037】上記構成によれば、単位磁石の幅 $\tau_{a1}$ を磁石の位置によって変えることで、導電性永久磁石6の形状を、より台形、半円形に近づけることができる効果が得られる。

【0038】なお、以上は導電性永久磁石6の形状を長方形の例で説明したが、図10及び図11の様な円弧形状及び星形形状など、特に永久磁石形状にこだわるものではない。

【0039】また、導電性永久磁石が回転子鉄心の表面に配置される構成のものに使用しても同様の効果が得られる。

【0040】また、以上は永久磁石回転子構造を有する永久磁石回転電機について説明したが、回転電機だけではなく、発電機でもよく、外転型、内転型回転子を用いた回転電機にも適用可能である。

【0041】さらには、回転電機のみならず、リニアモータ等への適用も可能である。

【0042】

【発明の効果】導電性永久磁石を複数個の導電性単位磁石群で構成することにより、磁石表面の渦電流を低減しながら、高効率の永久磁石回転電機を得ることができること。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態をなす永久磁石回転電機の断面図を示す。

【図2】図1の永久磁石回転電機の平面図を示す。

【図3】図1の永久磁石回転子の斜視図を示す。

【図4】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図5】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図6】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図7】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図8】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機

の一部平面図を示す。

【図9】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図10】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

【図11】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の一部平面図を示す。

#### 【符号の説明】

1…回転電機、2…固定子、3…回転子、4…固定子鉄心、5…固定子巻線、6…導電性永久磁石、7…回転子鉄心、8…シャフト、9…外周フレーム、10, 101…ベアリング、11, 111…エンドブラケット、12…永久磁石挿入孔、13…絶縁物、41, 42…固定子巻線突極。

【図1】

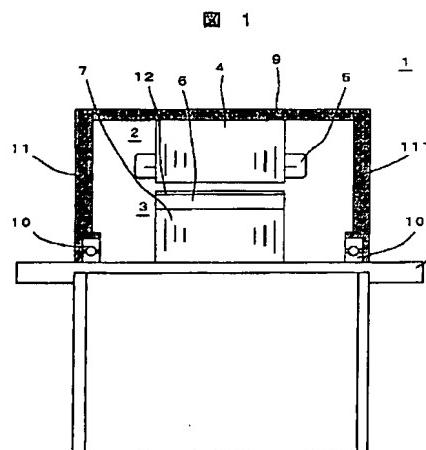


図 1

【図2】

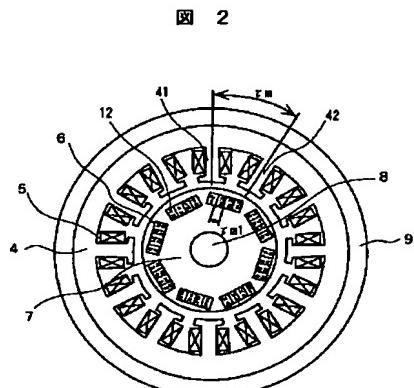


図 2

【図4】

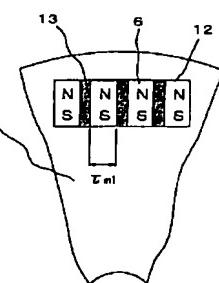


図 4

【図6】

【図5】

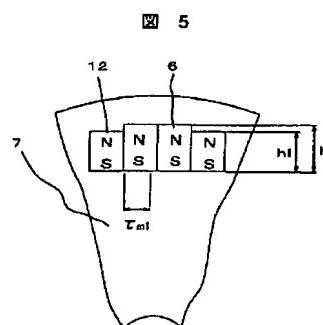


図 3

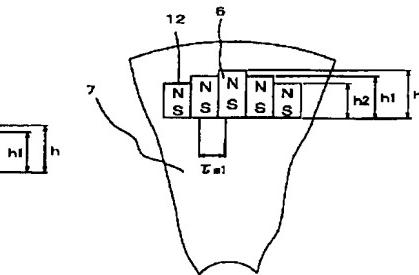
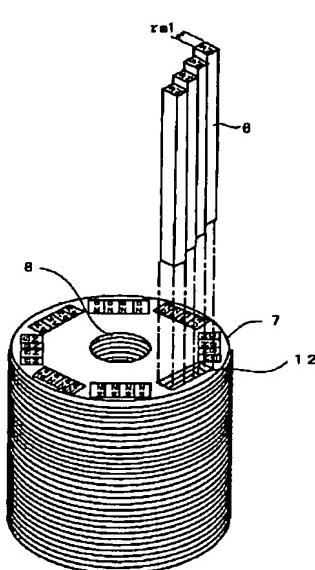


図 6

【図7】

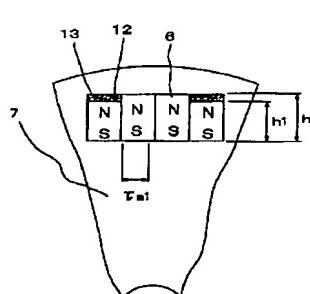
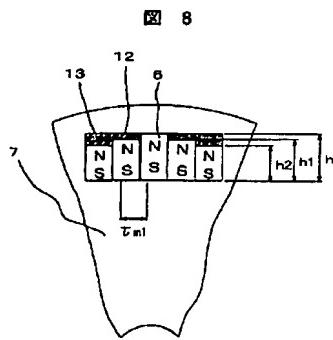
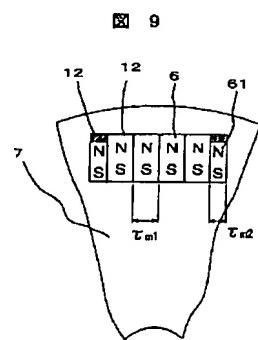


図 7

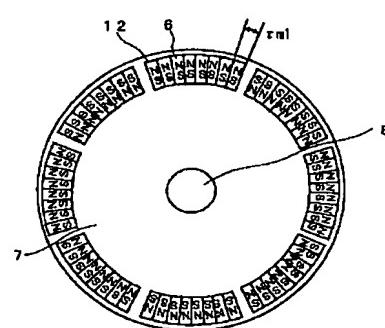
【図8】



【図9】

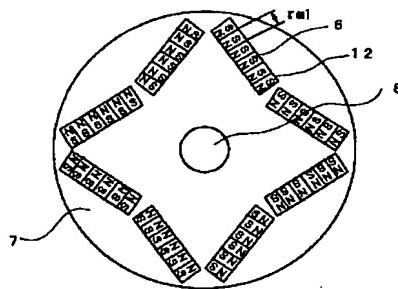


【図10】



【図11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 渋川 末太郎  
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 小泉 修  
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
式会社日立製作所自動車機器事業部内